

Опитът на България в извеждането

Влади Кръстева

Държавно предприятие „Радиоактивни отпадъци“ работи по уникален проект за внедряването на технология, чрез която да бъде преработван „кубов остатък“. В подробности за проекта разказват на страниците на вестник „Козлогуй днес“ Христо Христов – ръководител проекти в Управление „Международни проекти ДП РАО“ и Васил Цибров – енергетик в сектор „Реакторно отделение“. В процеса на експлоатация на малките блокове е натрупан така нареченият „кубов остатък“, който се съхранява в големи метални контейнери. „Кубовият остатък“ се получава в резултат на работата на изпарителни инсталации за почистване на замърсени води, получени през цялото време на експлоатация и работа на блоковете на АЕЦ „Козлогуй“ и представлява полутвърда и течна фаза на ниско и средно радиоактивен отпадък.



ВАСИЛ ЦИБРОВ

Г-н Цибров, какво място заема извличането и преработката на кубов остатък в целия процес по извеждането от експлоатация?

Кубовият остатък се получава в резултат на експлоатацията на реакторите. Един от начините за регулиране на реакцията в реакторите е чрез въвеждане на бор, като така се контролира мощността. При спиране за презареждане на активната зона на реакторите, концентрацията на бор е доста по-висока в сравнение с тази по време на мощност. След като се презареди активната зона и трябва отново да се премине към работен режим на ядреното съоръжение, концентрацията трябва да се намали. Това се прави чрез въвеждане на чист кондензат и извличане на борния разтвор от реактора, който вече е течен радиоактивен отпадък. Той се отвежда



в специална установка за преработка, където се изпарява водата, а сухият остатък след изпарението се съхранява в бак за кубов остатък (БКО). Полученият декантат се нарича „кубов остатък“. Съдържанието на соли в него е над 200 гр./л и

други примеси, но най-вече борати - при изстигането на този декантат започва една кристализация и втвърдяване. В процеса на експлоатация на блоковете обемите от кубов остатък са нараснали и се налага освобождаването на ба-

ковете, които го съдържат. Това е и ролята на безопасното извеждане от експлоатация – тези радиоактивни отпадъци да бъдат преработени и изолирани. Кубовият остатък е средноактивен отпадък, но е с най-значителен обем от работата

на ядрените мощности в сравнение с останалите потоци РАО. Това са обемни, натрупани в продължение на 25 години.

Г-н Цибров, кога в хода на извеждането от експлоатация трябва да заработи инсталацията за преработка на кубов остатък, така че да се спазят сроковете и програмите на процеса по извеждане?

В плана по извеждане от експлоатация са заложени всички необходими дейности до 2025 година. Всеки проект, свързан с някаква дейност по извеждането на спрени блокове, се изпълнява съгласно установените срокове. Ако през 2015 година имаме доказана технология, то ще последва подписване на анекс към договора за преработващата инсталация на кубов остатък, с който ще стартира изпълнението на Фаза 2 на проекта и включ-

ва изграждането на същинска промишлена инсталация. Около една година ще трае проектирането на съоръжението, а година и половина ще са нужни за изграждането и доставката. В този смисъл процесът по преработка на натрупаните количества кубов остатък реално ще започне около 2018 година. Точно тогава по план трябва да приключи демонтажът в машинна зала и да се премине към дейности по извеждане от експлоатация в контролираната зона на блоковете. Паралелно с изграждането на промишлената инсталация вървят и други проекти, свързани с нея, в частност със строителните конструкции – допълнително антисейсмично укрепване на Спецкорпус 2 и надстройката. Там ще бъде разположена и инсталацията, тоест ние се подготвяме за нейното изграждане и обезопасяване.

Любопитно

По своя „химичен темперамент“ борът не отстъпва на въглерода, макар да е по-малко уравновесен. При обикновени условия е инертен (активно взаимодейства единствено с флуора), при това кристалният бор е по-неактивен отколкото аморфният. С повишаване на температурата, активността му се увеличава и той се съединява с кислорода, сярата, халогените. При нагряване до 700° С гори с червеникав пламък, образувайки борен анхидрид В4С3 – безцветна стъкловидна маса. При нагряване над 900° борът с азота образува нитрит ВN, а при нагряване с въглерод – борен карбид В4С3, с металите образува бориди. При обикновена температура той не се разтваря от киселини, освен от концентрирана азотна киселина. Бавно се разтваря в концентрирани разтвори на основни, образувайки борати.

Получаване на бор

Борът се получава от природни суловини в няколко стадия. Боратите се разлагат с гореща вода или в сяра-

на киселина (в зависимост от разтворимостта им) до получаване на борна киселина, която се обезводнява до борен анхидрид. Чист бор, необходим в производството на полупроводници, се получава от халогенидите му.

Приложение

Малки количества от елемента се добавят в стоманата и някои сплави за подобряване на механичните им свойства. Количества от 0.001-0.003% са достатъчни за повишаване на якостта на метала. Повърхностното насищане на стоманени детайли с бор, т.нар. борирание, в дълбочина до 0.1-0.5 мм подобрява не само механичните свойства, но и устойчивостта на корозия. Благодарение на способността на изотопа 10В да поглъща топлинни неутрони, той е използван в производството на регулиращи пръти (забавители, поглъщители) в атомните реактори. Борът, във вид на газообразен ВF3 се използва в броячите на неутрони. Прилага се в електрониката за промяна на типа проводимост на силиция, а също и при вулканизация на каучука, където е 6-8 пъти по-ефек-

тивен от сярата. Съединения на бора като нитрит, карбид, фосфит намират приложение като диелектрици и полупроводникови материали. Най-забележителното съединение на бора с въглерода е тетраборният карбид. Това е най-твърдото изкуствено получено вещество на земята. По-твърд е от диаманта и го драска, затова се използва за шлифване на диаманти и като режещ абразивен материал. Около 50% от природните и изкуствени съединения на бора се използват за производството на стъкла (т.нар. боросиликатни стъкла), около 30% за производство на миещи средства и 4-5% се изразходват в производството на емайли, глазури и металургичен флюс. В медицината борната киселина е използвана като антисептично средство (във вид на водо-спиртни разтвори), а в бита за унищожаване на насекоми – хлебарки и мравки.

Бороводороди

Ред органични производни на бора (бороводороди), са ефективно ракетно гориво – диборан, пентаборан, тетраборан. Низшите борани са

газове (диборан и тетраборан), течности (пентаборан), а висшите (декаборан) – твърди вещества. Те са безцветни, имат неприятна миризма и са силно отровни. Топлината, отделяна при горенето на бораните значително превишава топлината на горене на други съединения. Тази особеност привлича вниманието към тях. Бороводородите са вещества с най-висока степен на огнеопасност. Способни са да се самовъзпламеняват не само в контакт с въздуха, но и с водата. През 50-те години на ХХ век в САЩ и Русия говорят за пентаборана като за „екзотично гориво“. Тъй като същия гори с характерен зелен цвят, в САЩ е познат и под името „Зеления дракон“. Едва през 2000 година е открит безопасен и евтин способ за утилизацията му. В основата е хидролизата на пентаборан и пара, в резултат на което се получава водород във вид на газ и разтвор на борна киселина. Този процес позволява на САЩ да се избавят от натрупаните количества пентаборан (В5Н9), като технологията добива публичност под името „Убиец на дракона“.

ОТ ЕКСПЛОАТАЦИЯ Е БЕЗЦЕНЕН

ХРИСТО ХРИСТОВ

Г-н Христов, какво трябва да се случи с „кубовия остатък“ и как е решен този проблем в България, в частност в АЕЦ „Козлодуй“ след спирането на 4-те блока?

Съгласно нормативните изисквания на Европейския съюз, този отпадък следва да бъде преработен по такъв начин, че количеството на радиоактивния материал в него да бъде сведено до минимум. Този радиоактивен материал трябва да бъде имобилизиран (преработен), за да може да се съхранява в бъдещето хранилище за ниско и средно радиоактивни отпадъци, което в момента се изгражда. За да изпълним тази важна задача за опазването на околната среда и човека, през 2009 година беше подписан договор между АЕЦ „Козлодуй“ и „Онет Технолоджи“ за изграждането на специална инсталация, която да преработва цялото количество от твърдата фаза на кубовия остатък. Тази инсталация трябва да извлече от него основната му съставка - борни съединения под формата на чисти борати (Категория 1 радиоактивни отпадъци или чист отпадък, който не подлежи на контрол и може да бъде свободно търгуван). Остатъкът пък, който е по-малката част от общото количество на кубовия остатък, ще бъде по подходящ начин имобилизиран. Ще се вгради в циментова матрица и ще бъде поставен в специални контейнери за



съхранение в бъдещето хранилище. Така погребан, този материал ще отлежава в следващите 300 години безопасно изолиран. Цялото количество на натрупания кубов остатък в Спецкорпус 1 и Спецкорпус 2 е охарактеризирано и в изпълнение на сключения договор за преработващата инсталация е изготвен експертен доклад, който дава яснота за наличните съставки и елементи на масата от „кубов остатък“. В момента пускаме в експло-

атация предпромишлена инсталация за преработка, която представлява умален модел на бъдещата голяма инсталация и чиято роля е да преработи определено количество от кубовия остатък. Това се прави поради две причини - да стане ясно, че предвидената технология за преработка на кубовия остатък е успешна, ще работи и ще бъде в състояние да преработи целия натрупан обем от кубов остатък и да ни даде реална представа за обема

на „мръсната и чистата“ част на кубовия ос-



татък. Така ще знаем какво ще бъде окончателното количество на отпадъка, който ще депонираме и съхраняваме. Получените резултати ще бъдат и в тежест за решението дали наистина тази технология ще ни е от полза или ще трябва да се търси друг метод. Изпълнителят ще трябва да докаже, че полученото количество отпадък в крайната фаза на преработка е приемливо крайно количество на материала, който ще се съхранява в Националното хранилище. Хубавото е, че при предварителните изпитания до момента на предпромишлената инсталацията показват, че предпоставките са добри и проектът ще продължи успешно.

Какво количество „кубов остатък“ ще преработва експерименталната инсталация и какви резултати се очакват?

Експерименталната инсталация ще преработи 150 килограма твърда фаза от кубовия остатък. От това количество пък се очаква над 100 килограма да са чистите борати. На останалото количество подутвърда фаза ще бъде направено ново охарактеризиране, за да се види съдържанието ѝ. На база състава ще се изготви подходяща рецепта на циментовия микс за циментовата матрица, в която ще влезе полутвърдата фаза. В последния етап на проекта ние ще доказваме, че тази матрица е в състояние да отговори на изискванията за погребване и съхранение на ниско и средно-активни отпадъци в Националното хранилище. Има специални норми за съхранение, в които са предвидени и обстоятелства, които са непредвидими, но отпадъкът трябва да е достатъчно изолиран и неговата опаковка да издържи на всякакви влияния без да позволява замърсяване. Ще бъдат изготвени няколко образци на циментова матрица, които се подлагат на изпитания, които се изискват по Българския държавен стандарт (БДС) и по един американски стандарт. Българският стандарт изисква шестмесечен период на проби, а американският, който изисква значително по-малко време, ще го приложим, за да проследим тенденцията и да се убедим, че вървим в правилната посока. Производителността на инсталацията също се подлага на изпитване и е част от ролята на предпромишлената по-малка инсталация, с която се извършва експериментална проба. След преработката на 150 килограма твърда фаза ще стане ясно каква е промишлената скорост на обработка. Целият процес ще бъде повторен няколко пъти с различна скорост, за да се установи кое темпо на преработка е най-подходящо, дава най-добрите резултати и е най-оптимално при разделянето на потоците отпадък и чисти борати в най-благоприятно съотношение.

Следва на 10 стр.

Течните РАО са т.н. кубов остатък (КО), получен след изпаряване в изпарителните инсталации на спецводоочистка (СВО) на енергоблоковете, на радиоактивно замърсени води (от дезактивацията на оборудване и помещения, лаборатории и др.) От всички течни РАО най-голям обем имат водните концентрати - кубовия остатък. Стратегическите и практическите цели на безопасното управле-

ние на РАО в СП „РАО - Козлодуй“ са постигане и поддържане на високо ниво на безопасност при управлението им. Основните цели на управлението на РАО са намаляване на количествата на образуваните РАО, привеждането им във форма подходяща за по-нататъшно дълговременно съхранение и погребване, минимизиране на крайния обем РАО за погребване в Националното хранилище.



Арменски специалисти се запознаха с опита по управление на РАО в България

От 15 до 19 септември 2014 г. в Козлодуй се състоя обучение на ръководни експерти от арменската АЕЦ. Посещението бе организирано по Програмата за техническо сътрудничество на Международната агенция за атомна енергия (МААЕ) по проект „Повишаване на експлоатационната безопасност на арменската АЕЦ в съответствие с международните практики“.

В програмата на едномесечното обучение бяха включени лекции на експерти от атомната централа и от Държавно предприятие „Радиоактивни отпадъци“ (ДП РАО). Посещенията на групата на площадката бяха ориентирани тематично към различни аспекти от управлението на радиоактивните отпадъци в България.

В рамките на пребиваването си арменските експерти проведоха срещи и получиха информация за функциите и структурата на ДП РАО,



за преработката и съхранението на експлоатационните РАО, за процесите по извеждане от експлоатация на спрени мощности и за управлението на европейските проекти, свързани с тези дейности.

В края на обучението ръководителят на групата г-н Вовик Атоян – заместник главен инженер

по безопасността в Арменската АЕЦ, обобщил: „Основната ни тема бе управление на РАО и безопасност при провеждането на тези дейности. Дойдохме, за да видим как е решен въпросът в българската атомна централа и да направим сравнителен анализ на това как ние подходим към проблема. За нас най-

интересното беше създаването на Държавното предприятие за управление на РАО, у нас тепърва едва започват организационни мероприятия в тази връзка. Затова беше много полезно да се запознаем със структурата на такъв род предприятие, с пътя, който сте изминали за изграждането му, да научим как са

разделени функциите по управление на РАО и извеждане от експлоатация. Много важно беше да видим как се случват нещата на общата площадка, на която има спрени и работещи блокове (в арменската АЕЦ в момента са разположени един спрян и един работещ блок). При нас ситуацията е същата, но ние

все още не сме започнали дейности по извеждане. Известни са няколко принципа за извеждане и ние смятаме, че подходът на България (за непрекъснат демонтаж) е много правилен, тъй като той позволява да се използва опитът на специалисти, които са експлоатирани мощностите. Отлагането би означавало загуба на информация за конструктивните и технологичните особености на блоковете, подлежащи на извеждане. От моя гледна точка България е направила много добре, пристъпвайки към извеждане, преди да е загубила персонала, работил за експлоатацията и поддръжката на спрени блокове. Запознаването с технологичните процеси по извеждане и управление на РАО в рамките на посещенията беше много полезно, тъй като ние досега практически само сме натрупвали РАО, предстои ни да се погрижим за тяхната подходяща обработка и съхранение“.

Опитът на България в извеждането от експлоатация е безценен

Продължение от 9 стр.

Опитът, който ще натрупаме и в международен мащаб с предпромишлената инсталация, е от особен интерес и ще е много полезен. По наша информация има само една такава инсталация в света, която работи в Русия. Ние ще бъдем първите в Европа

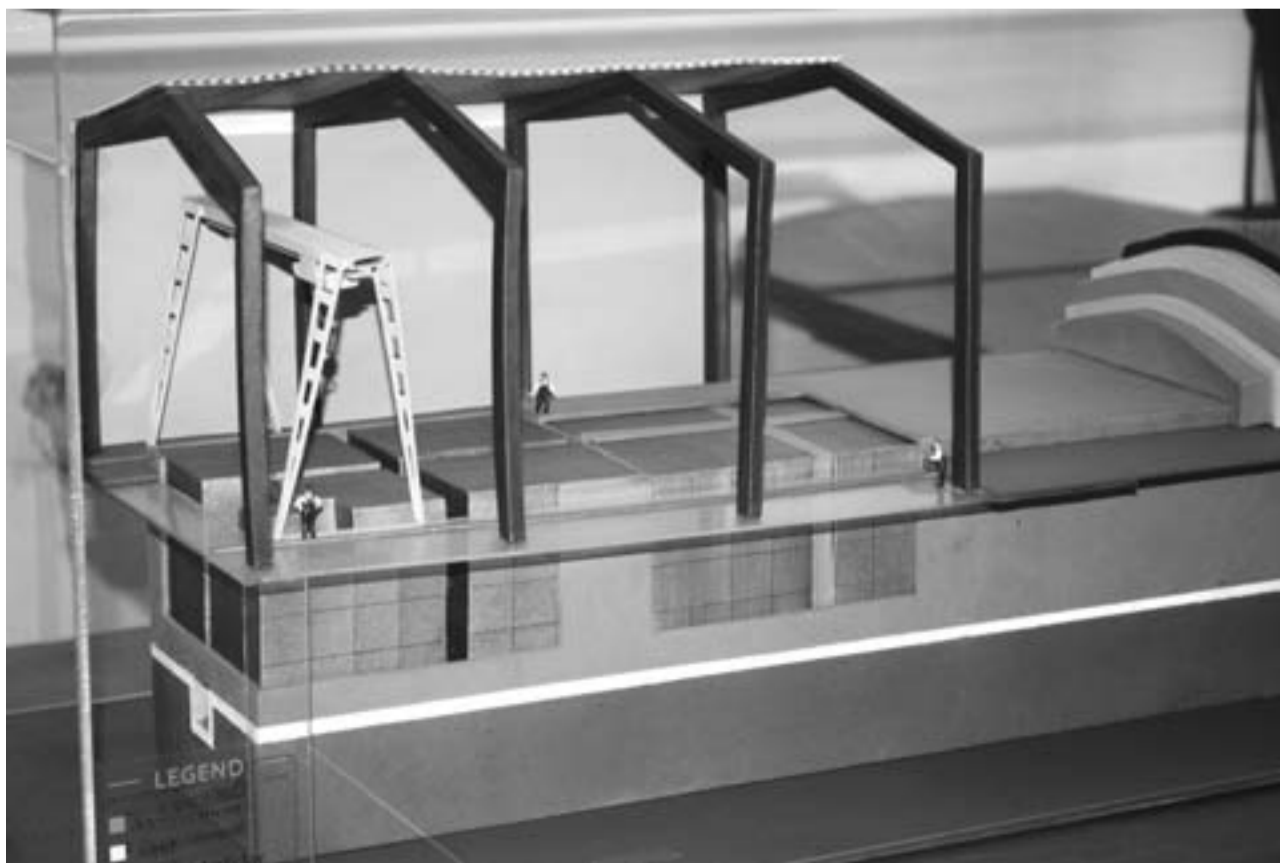
и в останалата част с такава работеща технология.

Кога ще има реални резултати от изпитанията на предпромишлената инсталация и какво следва хронологично за изграждането ѝ?

В настоящия момент са завършени монтаж-

По света се експлоатират установки с различни ядрени технологии. В зависимост от избраната технология те генерират различни по характер и количество РАО. Кубовият остатък е отпадък, характерен за ядрените инсталации, работещи с реактори тип ВВЕР (Водо-воден енергетичен реактор). В тази връзка изграждането на промишлената инсталация за преработка на кубов остатък е ценен опит в световен мащаб за останалите страни по света, където работят такъв

тип ядрени мощности. В света извеждането от експлоатация е сравнително „млада“ дейност, в която България добива безценен опит в сравнение с много други по-напреднали и развити държави. Реактори тип ВВЕР, изведени от експлоатация, има в Русия. В Чехия, Финландия, Унгария, Словакия и други страни този тип ядрени централи все още са в процес на експлоатация. Този опит на България може да бъде „осребрен“, но стига да има такава държавна политика.



ните дейности на предпромишлената инсталация и е направена проверка за плътност с вода, т.е. проиграни са всички температурни режими на инсталацията. Извършва се обучение на бъдещите оператори на инсталацията, които впоследствие ще работят с истински материал. След завършването на обучението ще направим изпитания с имитационни разтвори на кубовия остатък. Те го имитират и не съдържат радиоактивни изотопи, като целта на тази операция е да се види, че се получава отделянето на боратите от всички други съединения. Интересното е, че чрез подаване на озон ще се изгаря органичната съставка. При успешно завършване на всички изпитания ще бъде оф-

ормена програма, одобрена от Агенция за ядрено регулиране, и ще получим разрешение за подаване на инсталацията за преработка на същински кубов остатък, а не само на имитационни разтвори. Неговата преработка ще ни отнеме около 2 или 3 седмици, след което в специализирана радиохимична лаборатория ще бъде направено охарактеризиране. До края на тази година трябва да бъдем готови с рецептурата на циментовия микс, в началото на следващата година с циментовите образци и в средата на 2015 година ще имаме доказана технология, с която вече ще можем да възложим изграждането на същинската инсталация, която в бъдеще ще преработва кубовия остатък. ◀